

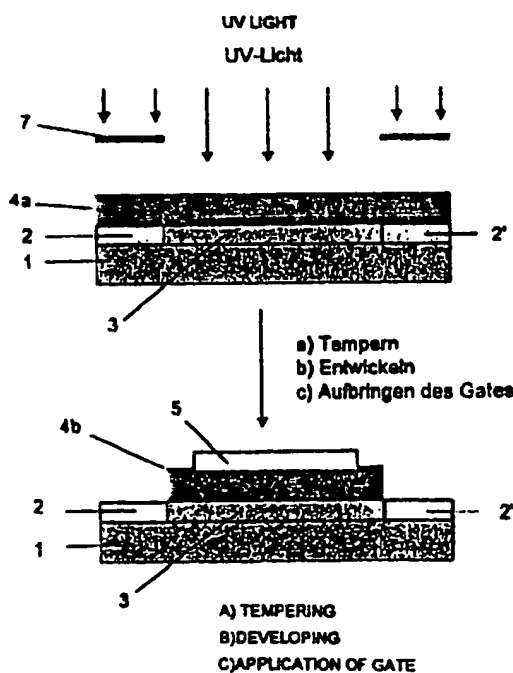
(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. August 2002 (22.08.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/065557 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01L 51/20 (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BERNDT, Adolf
(DE/DE); Adalbert-Stifter-Str. 11, 91083 Baiersdorf (DE).
FIX, Walter (DE/DE); Mühlstr. 20 a, 90762 Fürth (DE).
ROST, Henning (DE/DE); Heinrich-Kirchner-Str. 24,
91056 Erlangen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/00312
- (22) Internationales Anmeldedatum:
29. Januar 2002 (29.01.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
101 05 914.0 9. Februar 2001 (09.02.2001) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (DE/DE);
Witelsbacherplatz 2, 80333 München (DE). (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ORGANIC FIELD EFFECT TRANSISTOR WITH A PHOTOSTRUCTURED GATE DIELECTRIC, METHOD FOR
THE PRODUCTION AND USE THEREOF IN ORGANIC ELECTRONICS(54) Bezeichnung: ORGANISCHER FELDEFFEKT-TRANSISTOR MIT FOTOSTRUKTURIERTEM GATE-DIELEKTRIKUM,
EIN VERFAHREN ZU DESSEN ERZEUGUNG UND DIE VERWENDUNG IN DER ORGANISCHEN ELEKTRONIK

(57) Abstract: The invention relates to an organic field effect transistor which is especially characterized by a cross-linked, structured insulating layer (4) on which the gate electrode (5) is arranged. The structure of the OFET ensures that the gate electrode (5) of an OFET can be used as a strip conductor to the source electrode (2) of the next transistor and can be used in the construction of larger circuits.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen organischen Feldeffekt-Transistor der sich insbesondere durch eine vernetzte und strukturierte Isolatorschicht (4) auszeichnet, auf welcher die Gate-Elektrode (5) angeordnet ist. Der Aufbau des OFETs garantiert, dass die Gate-Elektrode (5) eines OFETs gleichzeitig als Leiterbahn zur Source-Elektrode (2) eines nächsten Transistors und damit zum Aufbau größerer Schaltungen genutzt werden kann.

— **Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US**

— mit internationalem Recherchebericht

- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Organischer Feldeffekt-Transistor mit fotostrukturiertem Gate-Dielektrikum, ein Verfahren zu dessen Erzeugung und die
5 Verwendung in der organischen Elektronik.

Die vorliegende Erfindung betrifft organische Feldeffekt-Transistoren, sogenannte OFETs, mit fotostrukturiertem Gate-Dielektrikum sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung und
10 die Verwendung dieser Feldeffekt-Transistoren in der organischen Elektronik.

Feldeffekt-Transistoren spielen auf allen Gebieten der Elektronik eine zentrale Rolle. Um sie an besondere Anwendungszwecke anzupassen, war es erforderlich sie leichter und flexibler zu gestalten. Durch die Entwicklung von halbleitenden und leitenden Polymeren wurde die Erzeugung von sogenannten organischen Feldeffekt-Transistoren möglich, die in allen Teilen,
15 einschließlich der Halbleiterschicht sowie der Source-, Drain- und Gate-Elektroden aus Polymermaterialien hergestellt sind.

Bei der Herstellung organischer Feldeffekt-Transistoren müssen jedoch mehrere organische Schichten übereinander strukturiert werden, um beispielsweise ein OFET des allgemeinen Aufbaus, wie er in Fig. 1 dargestellt ist, zu erhalten. Das ist mit herkömmlicher Fotolithografie, welche eigentlich zur Strukturierung von anorganischen Materialien dient, nur sehr eingeschränkt möglich. Die bei der Fotolithografie üblichen
25 Arbeitsschritte greifen bzw. lösen die organischen Schichten an und machen diese somit unbrauchbar. Dies geschieht beispielsweise beim Aufschleudern, beim Entwickeln und beim Ablösen eines Fotolackes.

35 Dieses Problem wurde mit einem organischen Feldeffekt-Transistor gelöst, wie er in Applied Physics Letters 1998, Seite 108 ff. beschrieben ist. Als Substrat wird hier ein Po-

- lyimidfilm verwendet, auf den Polyanilin aufgeschichtet wird. In dieser ersten Polyanilin-Schicht wird durch Bestrahlung durch eine erste Maske die Source- und Drain-Elektrode ausgebildet. In dieser ersten Schicht wird auch eine Halbleiterschicht aus Poly(thienylenvinyl) PTV gebildet. Darauf wird dann Polyvinylphenol mit Hexamethoxymethylmelamin HMMM vernetzt. Diese Schicht dient als Gate-Dielektrikum und als Isolator für die nächste Schicht und die Kontaktverbindungen. Darauf wird schließlich eine weitere Polyanilinschicht ausgebildet, in welcher durch Strukturieren die zweite Lage von Kontaktverbindungen und die Gate-Elektrode definiert wird. Die Durchkontaktierungen werden mechanisch durch Einstechen von Nadeln erzeugt.
- 15 Bei diesem Verfahren wird vermieden, dass vorangehend aufgetragene Schichten aufgelöst oder sonst wie beschädigt werden. Es hat sich jedoch gezeigt, dass insbesondere der letzte Arbeitsschritt zur Ausbildung der Durchkontaktierungen, die auch "vias" (vertical interconnects) genannt werden, die Herstellung komplexer Schaltungen nicht zulässt.

- In Applied Physics Letters 2000, Seite 1487 wird zur Lösung dieses Problems beschrieben, niederohmige Durchkontaktierungen mittels Fotostrukturierung von Fotoresistmaterial in die Feldeffekt-Transistorstruktur einzubringen. Hierzu wird ein anderer Aufbau des OFETs, nämlich eine sogenannte "bottom-gate"-Struktur für unabdingbar gehalten. Beim Erzeugen einer "top-gate"-Struktur gleicher Zusammensetzung würden sich nicht akzeptierbar hohe Kontaktwiderstände in der Größenordnung von $M\Omega$ ergeben.

- Der Aufbau und die Arbeitsschritte zur Strukturierung dieses OFETs mit "bottom-gate"-Struktur sind jedoch komplex, was eine wirtschaftliche Herstellung insbesondere komplexer Schaltungen nicht möglich macht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es daher einen organischen Feldeffekt-Transistor bzw. ein Verfahren zu dessen Herstellung anzugeben, das den Einsatz der Fotolithografie ohne das Angreifen bzw. Anlösen der organischen Schichten in allen
5 Arbeitsschritten zulässt sowie einen Strukturaufbau ermöglicht, der die Durchkontaktierung zwischen Leiterbahnen auf verschiedenen Ebenen in organischen integrierten Schaltungen in einfacher Weise ermöglicht. Die organischen Feldeffekt-Transistoren sollten dabei gleichzeitig kostengünstig und
10 wirtschaftlich in einfachen Arbeitsschritten herstellbar sein.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist demnach ein organischer Feldeffekt-Transistor, der sich dadurch auszeichnet,
15 dass auf einem flexiblen Substrat in einer ersten Schicht Source- und Drain-Elektroden sowie ein Halbleiter angeordnet sind, auf dem in einer zweiten Schicht ein Isolator strukturiert ausgebildet und auf den in einer dritten Schicht eine Gate-Elektrode aufgebracht ist (top-gate-Struktur).

20 Der erfindungsgemäße organische Feldeffekt-Transistor ist leicht und äußerst flexibel, da er nur aus organischen Schichten aufgebaut ist, die überwiegend mittels Fotolithografie, jedoch ohne Verwendung von Fotolack, strukturiert
25 sind. Durch das Strukturieren insbesondere der Isolatorschicht kann die Gate-Elektrode des erfindungsgemäßen organischen Feldeffekt-Transistors gleichzeitig als Leiterbahn zur Source-Elektrode des nächsten Transistors genutzt werden.

30 Vorteilhafte Ausgestaltungen des Erfindungsgegenstandes ergeben sich aus den Unteransprüchen 1 bis 10.

So können als Substrat hauchdünne Gläser, aus Kostengründen jedoch bevorzugt Kunststofffolien, eingesetzt werden. Poly-
35 ethylenterephthalat- und Polyimidfolien werden insbesondere bevorzugt. Das Substrat sollte in jedem Fall so leicht und flexibel wie möglich sein. Da die Dicke des Substrates die

eigentliche Dicke des gesamten Bauelementes bestimmt, alle anderen Schichten sind zusammen nur etwa 1000 nm dick, sollte auch die Substratdicke so gering wie möglich gehalten werden. Sie liegt üblicherweise im Bereich von etwa 0,05 - 0,5 mm.

5

Die Source- und Drain-Elektroden können aus den verschiedensten Materialien bestehen. Die Art des Materials wird wesentlich durch die Art der bevorzugten Herstellung bestimmt werden. So können beispielsweise Elektroden aus Indium-Zinn-Oxid (ITO) durch Fotolithografie auf mit ITO beschichteten Substraten erzeugt werden. Das ITO wird dabei auf den nicht vom Fotolack bedeckten Stellen weggeätzt. Auch können Elektroden aus Polyanilin (PANI) entweder durch Fotostrukturierung oder durch Fotolithografie auf mit PANI beschichteten Substraten erzeugt werden. Gleichermaßen können Elektroden aus leitfähigen Polymeren durch aufdrucken des leitfähigen Polymeres direkt auf das Substrat erzeugt werden. Leitfähige Polymere sind beispielsweise dotiertes Polyethylen (PEDOT) oder gegebenenfalls PANI.

20

Die Halbleiterschicht besteht beispielsweise aus konjugierten Polymeren, wie Polythiophenen, Polythienylenvinylenen oder Polyfluorenderivaten, die aus Lösung durch spin-coating, Rakeln oder Bedrucken verarbeitbar sind. Für den Aufbau der Halbleiterschicht eignen sich auch sogenannte "small molecules", d.h. Oligomere wie Sexithiophen oder Pentacen, die durch eine Vakuumtechnik auf das Substrat aufgedampft werden.

25

Ein wesentlicher Aspekt des vorliegenden Erfindungsgegenstandes ist jedoch die Art und Weise des Aufbaus der Isolatorschicht. Es handelt sich um einen vernetzten Isolator, der mittels Fotolithografie, also unter partieller Belichtung vernetzt und strukturiert wird. Ein Isolatormaterial wird mit einem Vernetzer unter saurer Katalyse stellenweise vernetzt.

35

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung geeignete Isolatormaterialien sind beispielsweise Poly-4-hydroxystyrol oder Hydro-

xylgruppen enthaltende Melamin-Formaldehyd-Harze. Der Vernetzer ist säureempfindlich und insbesondere Hexamethoxymethylmelamin (HMMM). Die saure Katalyse wird mittels eines Foto-
initiators, beispielsweise Diphenyliodoniumtetrafluoroborat
5 oder Triphenylsulfoniumhexafluoroantimonat bewirkt, die unter dem Einfluss von Licht eine Säure bilden.

Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung eines organischen Feldeffekt-Transistors, bei dem
10 man in üblicher Weise ein flexibles Substrat mit einer Source- und Drain-Elektrode sowie einem Halbleiter versieht und sich dadurch auszeichnet, dass man auf dem Halbleiter einen Isolator aufbringt, indem eine Lösung eines Isolatormaterials, die einen säureempfindlichen Vernetzer sowie einen Foto-
15 initiator enthält, aufträgt, durch eine Schattenmaske, welche Source- und Drain-Elektroden abdeckt, belichtet und anschließend tempert, wobei an den belichteten Stellen eine Vernetzung bewirkt wird und auf den so vernetzten und strukturierten Isolator die Gate-Elektrode aufgebracht wird.

20 Einzelheiten und bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen 12 bis 18. Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Fig. 1 bis 3 sowie eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

25 In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 den Aufbau eines herkömmlichen OFETs;
- Fig. 2 den Aufbau eines erfindungsgemäßen OFETs; und
- 30 Fig. 3 chemische Reaktionen, die der Herstellung der vernetzten, strukturierten Isolatorschicht zugrunde liegen.

Ein herkömmlicher OFET besteht aus einem Substrat 1, Source-
35 bzw. Drain-Elektroden 2 und 2', einem Halbleiter 3, einem Isolator 4 und der Gate-Elektrode 5. Bei dem herkömmlichen O-

FET sind Kontaktfahnen 6 für die Zusammenstellung einzelner OFETs zu größeren Schaltungen erforderlich.

Gemäß Fig. 2 wird für die Erzeugung eines erfindungsgemäßen
5 OFETs von einer ähnlichen Grundstruktur wie bei einem herkömmlichen OFET ausgegangen. Mit anderen Worten, auf einem Substrat 1 sind Source- und Drain-Elektroden 2 und 2' sowie eine Halbleiterschicht 3 ausgebildet. Source- und Drain-Elektroden 2 und 2' sowie der Halbleiter 3 liegen in einer
10 Schicht. Auf dieser Schicht wird durch spin-coating, Rakeln oder ähnliche Arbeitsweisen flächig eine dünne Schicht eines Isolatormaterials, beispielsweise Poly-4-Hydroxystyrol (PVP) oder Hydroxylgruppen enthaltende Melamin-Formaldehyd-Harze, aufgebracht. In der zum Aufbringen benötigten Lösung sind neben dem Isolatormaterial ein säureempfindlicher Vernetzer,
15 wie beispielsweise Hexamethoxymethylmelamin (HMMM) sowie ein Fotoinitiator, zum Beispiel Diphenyliodoniumtetrafluoroborat oder Triphenylsulfoniumhexafluoroantimonat, enthalten. Diese Schicht 4a wird dann durch eine Schattenmaske 7, vorzugsweise mit UV-Licht, belichtet. Durch die Belichtung erzeugt der Fotoinitiator gemäß Reaktionsschema (a) in Fig. 3 eine Säure, welche die Vernetzung zwischen dem Isolatormaterial und dem Vernetzer unter Einwirkung von Temperatur, also in einem
20 nachfolgenden Temperschritt, vernetzt (Reaktionsschema (b) in Fig. 3). Das Tempern wird bei relativ niedrigen Temperaturen, etwa zwischen 100°C und 140°C, vorzugsweise bei 120°C, vorgenommen. Dadurch wird sichergestellt, dass die unbelichteten Stellen unvernetzt bleiben, da ohne Katalysator wesentlich höhere Temperaturen zum Vernetzen benötigt werden. In einem
25 abschließenden Entwicklungsschritt wird der unvernetzte Isolator mit einem geeigneten Lösungsmittel, beispielsweise n-Butanol oder Dioxan, durch abspülen entfernt. Wie in der Fig. 2 dargestellt ist, wird dadurch direkt über der Halbleiterschicht 3 eine vernetzte und strukturierte Isolatorschicht 4b erzeugt, auf welcher schlussendlich die Gate-Elektrode wie
35 oben beschrieben aufgebracht wird.

Bei dem vorliegenden Verfahren wird also das Gate-Dielektrikum durch Fotolithografie ohne Verwendung von Fotolack erzeugt. Im Resultat ergibt sich ein OFET dessen Gate-Elektrode gleichzeitig als Leiterbahn zur Source-Elektrode des nächsten Transistors genutzt werden kann. Eine Durchkontaktierung zwischen Leiterbahnen auf verschiedenen Ebenen in organischen integrierten Schaltungen wird ermöglicht.

Hierfür wird nachfolgend ein Ausführungsbeispiel angegeben, das die Reaktionsbedingungen im Einzelnen angibt.

Ausführungsbeispiel für das Erzeugen eines Gate-Dielektrikums

5ml einer 10%igen Lösung von Poly-4-Hydroxystyrol in Dioxan werden mit 20 mg Hexamethoxymethylmelamin und einer katalytischen Spur Diphenyliodoniumtetrafluoroborat versetzt und durch spin-coating auf ein Substrat, auf dem sich bereits Elektroden und Halbleiter befinden, flächig aufgebracht. Das Substrat wird durch eine Schattenmaske belichtet und anschließend 30 Minuten bei 120°C getempert. Nach dem Abkühlen wird der Isolator an den nichtbelichteten und damit nichtvernetzten Stellen durch intensives Spülen bzw. Einlegen mit bzw. in n-Butanol entfernt. Die Gate-Elektrode wird darauf ausgebildet.

Die erfindungsgemäßen OFETs eignen sich hervorragend für Anwendungen im Bereich der organischen Elektronik und insbesondere bei der Herstellung von Identifizierungsstickern (Ident-Tags), elektronischen Wasserzeichen, elektronischen Bar-Codes, elektronischem Spielzeug, elektronischen Tickets, für die Anwendung im Produkt- bzw. Plagiatschutz oder der Anti-Diebstahlssicherung.

Patentansprüche

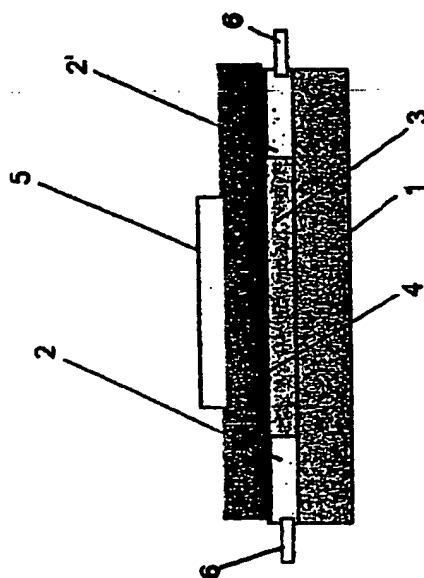
1. Organischer Feldeffekt-Transistor, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , dass auf einem flexiblen
5 Substrat (1) in einer ersten Schicht Source- und Drain-
Elektroden (2, 2') sowie ein Halbleiter (3) angeordnet
sind, auf dem in einer zweiten Schicht ein Isolator (4)
strukturiert ausgebildet und auf dem in einer dritten
Schicht eine Gate-Elektrode (5) aufgebracht ist.
10
2. Organischer Feldeffekt-Transistor nach Anspruch 1, da-
durch gekennzeichnet, dass das Substrat dünnstes Glas-
(Glasfolie) oder eine Kunststofffolie ist.
- 15 3. Organischer Feldeffekt-Transistor nach Anspruch 2, da-
durch gekennzeichnet, dass das Substrat (1) Polyethylen-
terephthalat oder insbesondere Polyimidfolie ist.
- 20 4. Organischer Feldeffekt-Transistor nach einem der Ansprü-
che 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Source- und
Drain-Elektroden (2, 2') aus Indium-Zinn-Oxid (ITO), Po-
lyanilin (PANI) und/oder leitfähigen Polymeren gebildet
ist.
- 25 5. Organischer Feldeffekt-Transistor nach einem der Ansprü-
che 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Halbleiter
(3) aus konjugierten Polymeren oder Oligomeren gebildet
ist.
- 30 6. Organischer Feldeffekt-Transistor nach einem der Ansprü-
che 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Isolator
(4) aus einem mit einem Vernetzer in Gegenwart eines Fo-
toinitiators vernetzten Isolatormaterial gebildet ist.
- 35 7. Organischer Feldeffekt-Transistor nach Anspruch 6, da-
durch gekennzeichnet, dass das Isolatormaterial aus Poly-

4-hydroxystyrol oder aus Hydroxylgruppen enthaltenden Melamin-Formaldehydharzen ausgewählt ist.

- 5 8. Organischer Feldeffekt-Transistor nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Vernetzer säureempfindlich, insbesondere Hexamethoxymethylmelamin (HMMM) ist.
- 10 9. Organischer Feldeffekt-Transistor nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Fotoinitiator aus Diphenyliodoniumtetrafluoroborat und Triphenylsulfoniumhexafluoroantimonat ausgewählt ist.
- 15 10. Organischer Feldeffekt-Transistor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Gate-Elektrode aus Polyanilin, anderen leitfähigen Polymeren oder Carbon Black gebildet ist.
- 20 11. Verfahren zur Herstellung eines organischen Feldeffekt-Transistors bei dem man in üblicher Weise ein flexibles Substrat (1) mit einer Source- und Drain-Elektrode (2, 2') sowie einem Halbleiter (3) versieht, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass man auf dem Halbleiter (3) einen Isolator (4) aufbringt, indem eine Lösung eines Isolatormaterials, die einen säureempfindlichen Vernetzer sowie einen Fotoinitiator enthält aufträgt, 25 durch eine Schattenmaske, welche Source- und Drain-Elektroden (2, 2') abdeckt, belichtet und anschließend tempert, wobei an den belichteten Stellen eine Vernetzung bewirkt wird und auf den so vernetzten und strukturierten Isolator (4) die Gate-Elektrode (5) aufgebracht wird. 30
- 35 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Isolatormaterial aus Poly-4-hydroxystyrol oder aus Hydroxylgruppen enthaltenden Melamin-Formaldehydharzen ausgewählt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Vernetzer säureempfindlich, insbesondere Hexamethoxymethylmelamin (HMMM) ist.
- 5 14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Fotoinitiator unter Einwirkung von Licht eine Säure bildet und insbesondere aus Diphenyliodoniumtetrafluoroborat und Triphenylsulfoniumhexaantimonat ausgewählt wird.
- 10 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die das Isolatormaterial, den Vernetzer und den Fotoinitiator enthaltende Lösung durch spin-coating oder Rakeln aufgetragen wird.
- 15 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass mit UV-Licht belichtet wird.
- 20 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Temperatur zwischen 100°C und 140°C getempert wird.
- 25 18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Temperatur von 120°C getempert wird.
- 25 19. Verwendung des organischen Feldeffekttransistors nach einem der vorhergehenden Ansprüche in der organischen Elektronik.
- 30 20. Verwendung des organischen Feldeffekttransistors nach einem der vorhergehenden Ansprüche für Identifizierungsticker (Ident-Tags), elektronische Wasserzeichen, elektronische Bar-Codes, elektronisches Spielzeug, elektronische Tickets, im Produkt- bzw. Plagiatschutz oder der Anti-
- 35 Diebstahlsicherung.

Fig. 1



Stand der Technik

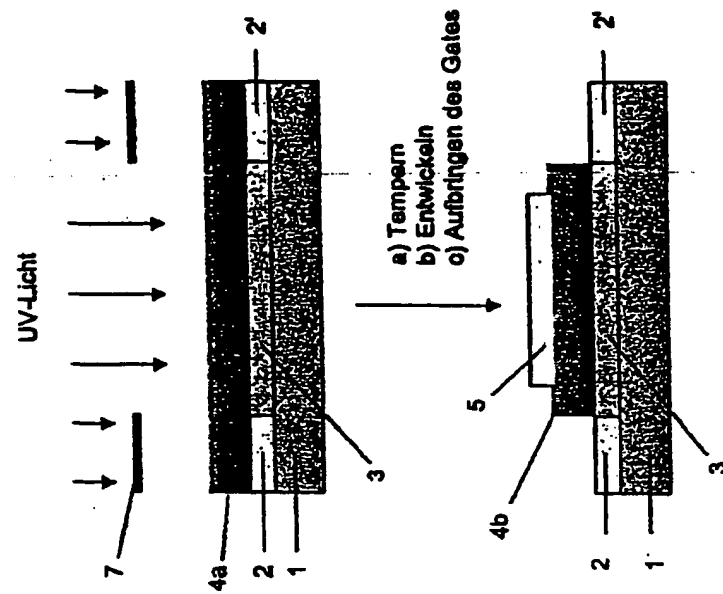


Fig. 2

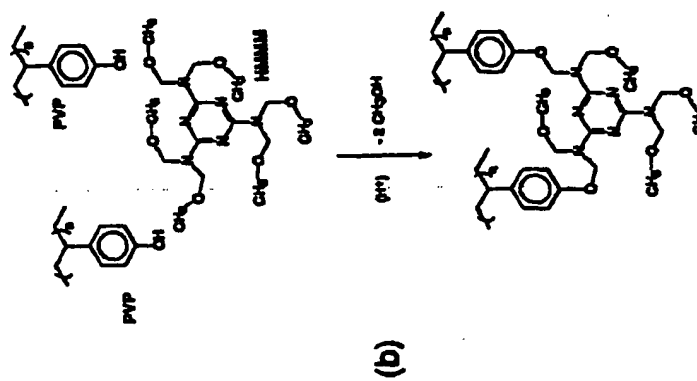


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 02/00312

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L51/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 06 257 A (IBM) 14 September 2000 (2000-09-14) figure 4	1-3
X	DE LEEUW D M ET AL: "Polymeric integrated circuits and light-emitting diodes" ELECTRON DEVICES MEETING, 1997. TECHNICAL DIGEST., INTERNATIONAL WASHINGTON, DC, USA 7-10 DEC. 1997, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 7 December 1997 (1997-12-07), pages 331-336, XP010265518 ISBN: 0-7803-4100-7 the whole document	19,20
A		11
A	WO 01 08241 A (E INK CORP) 1 February 2001 (2001-02-01) abstract; figure 4	11
	—/—	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document relating to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

A document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 June 2002

Date of mailing of the international search report

19/06/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. 5818 Patentkanal 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Königstein, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 02/00312

G.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>LOWE J ET AL: "POLY(3-(2-ACETOXYETHYL)THIOPHENE): A MODEL POLYMER FOR ACID-CATALYZED LITHOGRAPHY" SYNTHETIC METALS, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, vol. 85, 1997, pages 1427-1430, XP000826731 ISSN: 0379-6779 the whole document</p>	11
A	<p>US 5 691 089 A (SMAYLING MICHAEL C) 25 November 1997 (1997-11-25) abstract; figure 3</p>	11
P,X	<p>SCHROEDNER M ET AL: "Plastic electronics based on semiconducting polymers" FIRST INTERNATIONAL IEEE CONFERENCE ON POLYMERS AND ADHESIVES IN MICROELECTRONICS AND PHOTONICS. INCORPORATING POLY, PEP & ADHESIVES IN ELECTRONICS. PROCEEDINGS (CAT. NO.01TH8592), FIRST INTERNATIONAL IEEE CONFERENCE ON POLYMERS AND ADHESIVES IN MICR, pages 91-94, XP001077730 2001, Piscataway, NJ, USA, IEEE, USA ISBN: 0-7803-7220-4 the whole document</p>	1-5, 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

Original Application No
PCT/DE 02/00312

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10006257	A	14-09-2000	US 6180956 B1	30-01-2001
			CN 1266287 A	13-09-2000
			DE 10006257 A1	14-09-2000
			JP 2000260999 A	22-09-2000
			SG 82680 A1	21-08-2001
			TW 461116 B	21-10-2001
WO 0108241	A	01-02-2001	AU 6358000 A	13-02-2001
			EP 1198851 A1	24-04-2002
			WO 0108241 A1	01-02-2001
US 5691089	A	25-11-1997	US 5567550 A	22-10-1996
			US 5677041 A	14-10-1997
			US 5942374 A	24-08-1999

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>LOWE J ET AL: "POLY(3-(2-ACETOXYETHYL)THIOPHENE): A MODEL POLYMER FOR ACID-CATALYZED LITHOGRAPHY" SYNTHETIC METALS, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, Bd. 85, 1997, Seiten 1427-1430, XP000826731 ISSN: 0379-6779 das ganze Dokument</p>	11
A	<p>US 5 691 089 A (SMAYLING MICHAEL C) 25. November 1997 (1997-11-25) Zusammenfassung; Abbildung 3</p>	11
P,X	<p>SCHRODNER M ET AL: "Plastic electronics based on semiconducting polymers" FIRST INTERNATIONAL IEEE CONFERENCE ON POLYMERS AND ADHESIVES IN MICROELECTRONICS AND PHOTONICS. INCORPORATING POLY, PEP & ADHESIVES IN ELECTRONICS. PROCEEDINGS (CAT. NO.01TH8592), FIRST INTERNATIONAL IEEE CONFERENCE ON POLYMERS AND ADHESIVES IN MICR, Seiten 91-94, XP001077730 2001, Piscataway, NJ, USA, IEEE, USA ISBN: 0-7803-7220-4 das ganze Dokument</p>	1-5,10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

.....onales Aktenzeichen

PCT/DE 02/00312

A. KLASSTFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01L51/20

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Researchierter Mindestprüfstoß (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01L

Researchierte aber nicht zum Mindestprüfstoß gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die researchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, INSPEC, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Bez. Anspruch Nr.
X	DE 100 06 257 A (IBM) 14. September 2000 (2000-09-14) Abbildung 4	1-3
X	DE LEEUW D M ET AL: "Polymeric integrated circuits and light-emitting diodes" ELECTRON DEVICES MEETING, 1997. TECHNICAL DIGEST., INTERNATIONAL WASHINGTON, DC, USA 7-10 DEC. 1997, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 7. Dezember 1997 (1997-12-07), Seiten 331-336, XP010265518 ISBN: 0-7803-4100-7 das ganze Dokument	19,20 11
A	WO 01 08241 A (E INK CORP) 1. Februar 2001 (2001-02-01) Zusammenfassung; Abbildung 4	11
A		

-/-

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- * "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- * "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- * "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- * "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- * "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- * "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- * "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- * "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- * "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Juni 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

19/06/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5016 Patentan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Königstein, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

onal Application No
PCT/DE 02/00312

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10006257	A	14-09-2000	US 6180956 B1	30-01-2001
			CN 1266287 A	13-09-2000
			DE 10006257 A1	14-09-2000
			JP 2000260999 A	22-09-2000
			SG 82680 A1	21-08-2001
			TW 461116 B	21-10-2001
WO 0108241	A	01-02-2001	AU 6358000 A	13-02-2001
			EP 1198851 A1	24-04-2002
			WO 0108241 A1	01-02-2001
US 5691089	A	25-11-1997	US 5567550 A	22-10-1996
			US 5677041 A	14-10-1997
			US 5942374 A	24-08-1999

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.